

**Aluminum electrolytic capacitor has stacked interspersed wound aluminum leaf anode/cathode set each having roughened surface structure preventing oxide formation**

**Patent number:** DE10003261

**Publication date:** 2000-08-10

**Inventor:** MARUYAMA TAKAAKI [JP]

**Applicant:** NICHICON CORP [JP]

**Classification:**



- **international:** H01G9/008; H01G9/045

- **european:** H01G9/00C

**Application number:** DE20001003261 20000126

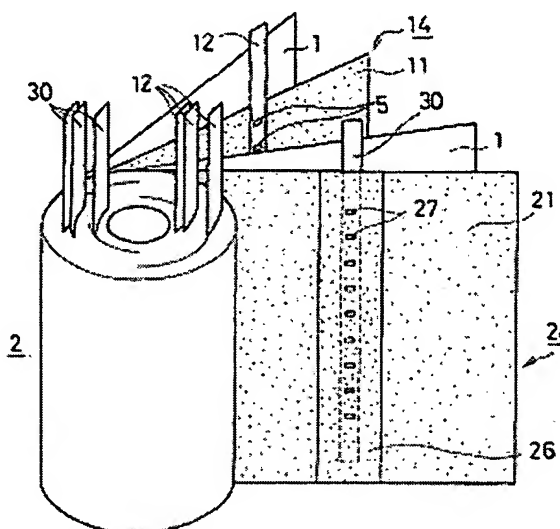
**Priority number(s):** JP19990018326 19990127; JP19990129651 19990511;  
JP19990193836 19990708; JP19990205284 19990719

**Also published as:**

 US6307733 (B1)  
 FR2788877 (A1)

**Abstract of DE10003261**

The aluminum electrolytic capacitor has an anode (1) with an aluminum anode leaf structure (14) with a rough surface and a cathode (24) also with a rough surface structure, forming a stacked wound structure. Roughening the surface prevents oxide film production.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 03 261 A 1

51 Int. Cl. 7:  
H 01 G 9/008  
H 01 G 9/045

21 Aktenzeichen: 100 03 261.3  
22 Anmeldetag: 26. 1. 2000  
43 Offenlegungstag: 10. 8. 2000

DE 100 03 261 A 1

30 Unionspriorität:

11-018326	27. 01. 1999	JP
11-129651	11. 05. 1999	JP
11-193836	08. 07. 1999	JP
11-205284	19. 07. 1999	JP

71 Anmelder:

Nichicon Corp., Kyoto, JP

74 Vertreter:

v. Bezold & Sozien, 80799 München

72 Erfinder:

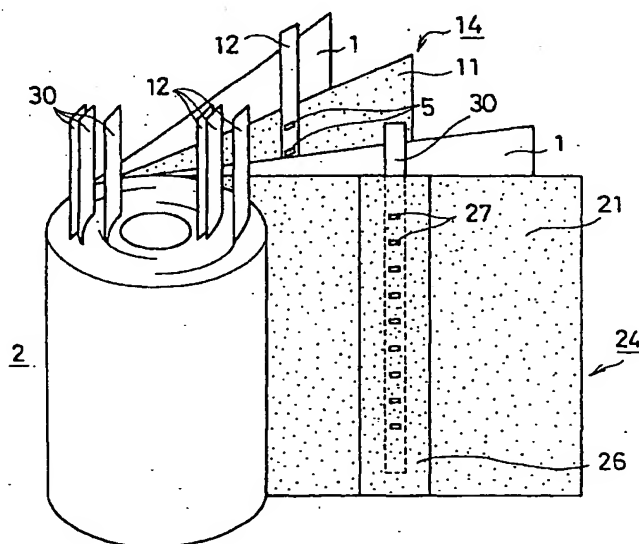
Maruyama, Takaaki, Kyoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Aluminium-Elektrolyt-Kondensator

57 Ein Aluminium-Elektrolyt-Kondensator enthält ein Anodenblech aus Aluminium, ein Kathodenblech aus Aluminium und Trennschichten, die so angeordnet sind, daß sie entweder mit dem Anodenblech oder dem Kathodenblech eine Sandwich-Struktur bilden. Anoden-Leiterstreifen aus Aluminium sind mit dem Anodenblech durch Nadelung oder Schweißung verbunden und Kathoden-Leiterstreifen aus Aluminiumblech sind mit dem Kathodenblech ebenfalls durch Nadelung oder Schweißung verbunden. Die Oberfläche jedes der die Trennschicht berührenden Kathoden-Leiterstreifens ist aufgeraut. Alternativ kann ein dünnes Aluminiumblatt vorgesehen sein, welches über jedem der eine glatte Oberfläche aufweisenden Kathoden-Leiterstreifen liegt und an seiner die Trennschicht berührenden Oberfläche aufgeraut ist (Fig. 4).



DE 100 03 261 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Aluminium-Elektrolyt-Kondensator mit einer Anode und einer Kathode, die aus Aluminiumfolie gebildet sind.

#### Hintergrund der Erfindung

Nach dem Stande der Technik sind viele Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren generell folgendermaßen aufgebaut: Gemäß Fig. 1 enthält ein Kondensator ein Kondensatorelement 2 mit einer Anode 14, die Aluminium-Anoden-Leiterstreifen 12 und ein damit verbundenes Aluminium-Anodenblech 11 aufweist. Das Anodenblech 11 besteht aus Aluminiumfolie. Jeder Anoden-Leiterstreifen 12 hat eine glatte Oberfläche, und das Aluminiumblech 11 hat eine aufgeraute Oberfläche, auf der ein Anodisierungsfilm gebildet ist. Jeder Aluminium-Anoden-Leiterstreifen 12 ist mit dem Aluminium-Anodenblech 11 durch Verschweißung an geeigneten Stellen 13 verbunden. Alternativ können die Streifen 12 und das Anodenblech 11 auch durch Nadelung des Stapels aus den Streifen 12 und dem Anodenblech 11 und Umbiegen und Pressen der dabei entstehenden Zacken gegen die entgegengesetzte Stapelseite miteinander verbunden werden. (Diese Technik wird nachfolgend als Nadelung bezeichnet.) Ferner hat das Kondensatorelement 2 eine Kathode 24 aus Aluminium-Kathoden-Leiterstreifen 22 und einem mit diesen verbundenen Aluminium-Kathodenblech 21. Das Kathodenblech 21 besteht ebenfalls aus Aluminiumfolie. Jeder Streifen 22 hat eine glatte Oberfläche, und das Aluminium-Kathodenblech 21 hat eine aufgeraute Oberfläche. Jeder Aluminium-Kathoden-Leiterstreifen 22 ist mit dem Aluminiumblech 21 durch Nadelung oder Verschweißung an geeigneten Stellen 23 verbunden. Die Anode 14 und die Kathode 24 werden zu einer Zylinderform zusammengerollt, wobei Trennfolien 1 entweder mit der Anode 14 oder der Kathode 24 eine Sandwich-Struktur bilden. Der Wickel wird dann mit einer Elektrolytlösung imprägniert, und dabei wird das Kondensatorelement 2 gebildet.

Gemäß Fig. 2 wird das Kondensatorelement 2 in einem zylindrischen Aluminiumgehäuse 3 eingekapselt. Das Gehäuse 3 hat eine Öffnung, die mittels einer Abdichtstruktur 6 hermetisch abgeschlossen wird, welche eine Scheibe 4 aus Kunstharz und eine auf diese angeordnete Gummischeibe 5 enthält. Die Abdichtstruktur 6 hat ein Überdruckventil 7 aus einer durch die Kunstharzscheibe 4 geformten Öffnung und einem aus der Gummischeibe 5 gebildeten verdünnten Abschnitt. Durch die Abdichtstruktur 6 ragen Metallanschlüsse 10 und 12. Die aus dem Kondensatorelement 2 herausragenden Anoden-Leiterstreifen 12 werden innerhalb des Gehäuses 3 miteinander und mit dem Anschluß 10 verbunden, und die Kathodenanschlußstreifen werden ebenfalls innerhalb des Gehäuses 3 miteinander und mit dem Anschluß 20 verbunden. Der untere Teil des Kondensatorelementes 2 ist mit einem Befestigungsmaterial 8 an der Innenfläche des Gehäuses 3 befestigt.

Es sei nun Fig. 6a betrachtet, wonach die Anode 14 des oben beschriebenen Kondensators nach dem Stande der Technik das Aluminium-Anodenblech 11 mit relativ dicken anodischen Oxidfilmen 31 auf seinen gegenüberliegenden Flächen aufweist, die aus der elektrolytischen Behandlung bei Zuführung einer über der Kondensator-Nennspannung liegenden Hochspannung entstehen. Das Aluminium-Kathodenblech 21 der Kathode 24 hat auf seinen gegenüberliegenden Flächen dünne Oxidfilme 32, die bei spontaner Oxidation des Bleches 21 oder durch Elektrolyse bei einer geringen Spannung von wenigen Volt entstehen. Die Aluminiumbleche für die Anoden-Leiterstreifen 12 und die Kathoden-Leiterstreifen 22 haben eine Dicke von etwa 200 µm. Die Oberflächen der Anoden- und Kathoden-Leiterstreifen 11 und 12 sind nicht, etwa durch Ätzen, aufgeraut. Die Oberflächen jedes Anoden-Leiterstreifens 12 sind mit einem elektrochemisch gebildeten Oxidfilm überzogen, während die Oberflächen jedes Kathoden-Leiterstreifens 22 mit einem durch spontane Oxidation gebildeten Oxidfilm überzogen sind.

Der oben beschriebene Elektrolyt-Kondensator wird folgendermaßen aufgeladen und entladen. Wie Fig. 6a zeigt, kann die elektrostatische Kapazität des Elektrolyt-Kondensators als Reihenschaltung von Kapazitäten betrachtet werden, die zwischen dem Anodenblech 11, der mit Elektrolytlösung imprägnierten Trennfolie mit dem dazwischenliegenden Oxidfilm 31 und der Kapazität zwischen dem Aluminium-Kathodenblech 21 und der Trennfolie 1 mit dem dazwischenliegenden Oxidfilm 32 gebildet werden. Da der Oxidfilm 32 gegenüber dem Oxidfilm 31 sehr dünn ist, sollte die zum Oxidfilm 32 gehörige Kapazität wesentlich größer als die zum Oxidfilm 31 gehörige Kapazität sein. Andererseits geht mit dem Oxidfilm 32 ein sehr großer Leckstrom einher. Wenn also eine Spannung V zwischen Anodenblech und Kathodenblech 21 gemäß Fig. 6a angelegt wird, dann ist die Spannung  $V_a$  über dem Oxidfilm 31 größer als die Spannung  $V_c$  über dem Oxidfilm 32. Die scheinbare Kapazität pro Flächeneinheit der zum Oxidfilm 31 gehörigen Kapazität wird mit  $C_a$  (µF/cm<sup>2</sup>) angegeben, und die scheinbare Kapazität pro Flächeneinheit der zum Oxidfilm 32 gehörigen Kapazität mit  $C_c$  (µF/cm<sup>2</sup>). Die in diesen Kapazitäten gespeicherten Ladungen sind  $Q_a$  bzw.  $Q_c$ .

Wenn die beiden Anschlüsse des oben beschriebenen Elektrolyt-Kondensators nach Aufladung auf die Spannung V zusammengeschlossen werden, dann sind die beiden Kapazitäten  $C_a$  und  $C_c$  parallelgeschaltet, wie dies Fig. 6b zeigt, so daß die Spannung zwischen den beiden Anschlüssen wegen der Entladung der Ladung auf dem kleineren Kondensator  $C_c$  zu  $V_c'$  wird und die Ladung  $Q_a - Q_c$  übrigbleibt. Da die Gesamtkapazität  $C_a + C_c$  ist und die gespeicherte Ladung  $Q_a - Q_c$  ist, läßt sich die verbleibende Spannung  $V_c'$  durch die folgende Gleichung (1) ausdrücken.

$$V_c' = (Q_a - Q_c) / (C_a + C_c) = \frac{C_a V_a - C_c V_c}{C_a + C_c} \quad (1)$$

Wenn die an dem Kathodenoxidfilm 32 während der Entladung auftretende Spannung übermäßig groß ist, dann kann auf dem Kathodenblech 21 ein Oxidfilm weiterwachsen, und dabei können im Kondensatorgehäuse 3 unerwünschte Effekte, wie die Entstehung von Gas, auftreten. Dann muß die verbleibende Spannung  $V_c'$ , wie sie in Gleichung (1) angegeben ist, gleich oder kleiner als die maximale Spannung  $V'$  sein, die am Kathodenoxidfilm 32 liegen kann, ohne daß während der Entladung ein zusätzlicher Oxidfilm wächst. Mit anderen Worten muß während der Entladung der durch die folgende Gleichung (2) ausgedrückte Zustand erfüllt werden:

$$V' \geq \frac{CaVa - CcVc}{Ca + Cc} \quad (2)$$

Da  $Va = V - Vc$  ist, läßt sich aus Gleichung (2) die folgende Gleichung (3) ableiten:

$$V' \geq \frac{V}{1 + (Cc/Ca)} - Vc \quad (3)$$

Eine wellige Kurvenform, die beim Gleichrichten einer Wechselspannung auftritt, und eine rechteckige Lade- und Entladespannungsform enthalten Teile, in denen die Spannung schnell vom Maximalwert auf den Minimalwert in kurzen Zeitintervallen wechselt. Trifft der in Gleichung (3) ausgedrückte Zustand zu, dann wächst kein Oxidfilm auf dem Kathodenblech 21, wenn an ihm solche sich schnell ändernde Ströme oder Spannungen liegen. Im Stande der Technik hat man sich hauptsächlich bemüht, zur Verbesserung der Unempfindlichkeit eines Elektrolyt-Kondensators gegen Welligkeit und Auf- und Entladung die durch Gleichung (3) ausgedrückten Zustand zu erfüllen. So hat man beispielsweise ein Kathodenblech mit einer großen Kapazität pro Flächeneinheit oder ein Blech mit einem absichtlich vorgeformten zusätzlichen Oxidfilm mit hoher Spannungsfestigkeit benutzt. Der Ausdruck "Welligkeitsunempfindlichkeit" wird in dieser Beschreibung zur Bezeichnung einer Eigenschaft eines Bleches aus beispielsweise Aluminium benutzt, daß nämlich ein Oxidfilm auf dem Blech nicht oder kaum wächst, wenn ihm ein welliger Strom oberhalb einer zulässigen Größe zugeführt wird. Der Ausdruck "Lade- und Entladeunempfindlichkeit" wird in dieser Beschreibung als Maß für das Nichtwachsen eines Oxidfilms beim Auftreten einer großen Spannungsdifferenz zwischen Aufladung und Entladung eines Kondensators benutzt.

Für die Verbesserung der Unempfindlichkeit eines Elektrolyt-Kondensators gegen Welligkeit sowie Auf- und Entladung besteht beim Stande der Technik eine Grenze. Die Erfinder haben Versuche mit Elektrolyt-Kondensatoren angestellt, die als genügend unempfindlich gegen Welligkeit sowie Auf- und Entladung angesehen wurden. Sie haben solche Elektrolyt-Kondensatoren in Schaltungen untersucht, in welchen ihnen wellige Ströme mit über der zulässigen Grenze liegender Amplitude zugeführt wurden, und sie haben auch Elektrolyt-Kondensatoren in Schaltungen untersucht, bei denen die Differenz zwischen der Spannung, auf welche die Kondensatoren aufgeladen wurden, und der Spannung, auf welche sie entladen wurden, groß ist. Sie haben dabei gefunden, daß es bei solchen Kondensatoren, die ideale oder fast ideale Kathodenbleche 21 verwenden, eine Filmbildungsreaktion auf den Kathoden-Leiterstreifen 22 und den benachbarten Bereichen des Kathodenbleches auftritt, aufgrund deren Gas im Kondensator entsteht, das wegen des Druckanstiegs im Kondensator zu einem unerwünschten Öffnen des Überdruckventils 7 geführt hat.

Daher besteht eine Aufgabe der Erfindung in der Schaffung eines Elektrolyt-Kondensators mit verbesserter Auf/Entladeunempfindlichkeit und Welligkeitsunempfindlichkeit gegen Auf- und Entladung und gegen das Leiten von welligem Strom, aufgrund eines Aufbaus, der die Erzeugung eines Oxidfilms auf der Kathodenseite während der Entladung des Kondensators verhindern kann.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Aufgrund der oben geschilderten Versuche haben die Erfinder den Schluß gezogen, daß der Grund für das Entstehen von Oxidfilmen auf Teilen des Kathodenbleches in der Nähe der Kathoden-Leiterstreifen eines in den oben genannten Schaltungstypen verwendeten Kondensators darin besteht, daß wegen der niedrigen scheinbaren Kapazität pro Flächeneinheit bei bekannten Kathoden-Leiterstreifen bei diesen Streifen und ihrer Umgebung eine hohe Spannung auftritt, wenn ein Entladestrom durch die Kathoden-Leiterstreifen fließt.

Gemäß der Erfindung werden die Oberflächen der Kathoden-Leiterstreifen aufgeraut. Alternativ können Aluminium-Folienstücke mit aufgerauter Oberfläche über den Kathoden-Leiterstreifen vorgesehen werden. (Im vorliegenden werden solche Stücke aus Aluminiumfolie, welche über den Kathoden-Leiterstreifen liegen, in der Regel als "Auflage-Aluminiumblatt" bezeichnet.) Die aufgerauten Oberflächen ergeben eine erhöhte elektrostatische Kapazität pro Flächeneinheit für den Anschlußbereich. Mindestens dieser Bereich jedes Kathoden-Leiterstreifens oder Auflage-Aluminiumblattes, welcher eine Trennfolie berührt, muß vorher aufgeraut werden.

Ein Aluminium-Elektrolyt-Kondensator verwendet Aluminiumfolie als Kathodenblech. Aluminiumfolie hat auf ihrer Oberfläche einen Oxidfilm, der durch eine Reaktion von Aluminium mit Wasser in der Luft oder in einer Elektrolytlösung gebildet wird. Ein solcher Oxidfilm kann eine Spannung in der Größenordnung von 1,0 V aushalten. Benutzt man Aluminiumfolie als Kathodenblech, dann kann sie durch Zuführung einer niedrigen Spannung von einigen Volt oder wenige elektrochemisch behandelt werden, so daß ein Oxidfilm ansteht, der eine Spannung von einigen Volt aushält. Solche Aluminiumfolie zeigt aufgrund des Oxidfilms eine elektrostatische Kapazität. Diese elektrostatische Kapazität kann durch Aufrauen der Oberfläche der Aluminiumfolie auf das fünf- bis fünfzigfache vergrößert werden. Wird ein Kathoden-Leiterstreifen mit einer glatten Oberfläche mit dem aufgerauten Kathodenblech zusammengestapelt, dann beträgt die Kapazität pro Flächeneinheit, welche der glatte Kathoden-Leiterstreifen zeigt, nur das 0,2- bis 0,02-fache der Kapazität pro Flächeneinheit, welche das aufgeraute Kathodenblech zeigt.

Wenn ein welliger Strom mit einer Größe weit oberhalb der zulässigen Größe dann einem Elektrolyt-Kondensator mit einem solchen Kathodenblech und solchen Kathoden-Leiterstreifen zugeführt wird, oder wird der Kondensator mit einer hohen Spannungsdifferenz zwischen aufgeladenem und entladem Zustand auf- und entladen, dann kann eine hohe Spannung an die Kathoden-Leiterstreifen und die diesen benachbarten Teile des Kathodenbleches angelegt werden, wobei eine Reaktion auftritt, die einen Oxidfilm wachsen läßt, wobei wiederum Gas erzeugt wird.

Gemäß der Erfindung wird eine Oberfläche jedes Kathoden-Leiterstreifens, der, wie oben beschrieben, an einem Kathodenblech liegt, auf dem sich ein Oxidfilm befindet, aufgeraut, und damit wird die Kapazität pro Flächeneinheit, welche der Leiterstreifen zeigt, vergrößert. Alternativ kann jeder Kathoden-Leiterstreifen, der sich am Kathodenblech mit

einem Kathodenfilm befindet, mit einem Auflage-Aluminiumblatt bedeckt werden, das aus Aluminiumfolie mit einer aufgerauhten Außenfläche gebildet ist. Damit läßt sich vorteilhafterweise verhindern, daß die Kathoden-Leiterstreifen oder die Auflage-Aluminiumblätter samt den benachbarten Teilen des Kathodenbleches mit einer hohen Spannung beaufschlagt werden, welche auf ihrer Oberfläche eine Oxidfilmbildungsreaktion verursachen würden. Um einen solchen Vorteil noch sicherer zu erreichen, wird die Oberfläche jedes Kathoden-Leiterstreifens oder Auflage-Aluminiumblattes vorzugsweise so weit aufgerauht, daß man eine Kapazität pro Flächeneinheit erhält, die mindestens 0,3 mal so groß wie diejenige des Kathodenbleches ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines bekannten Kondensatorelementes mit teilweise aufgerollter Anode, Kathode und Trennfolie;  
 Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch einen Elektrolyt-Kondensator mit dem Element nach Fig. 1;  
 Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht ähnlich der Fig. 1, welche den Aufbau eines Elektrolyt-Kondensators nach einer Ausführungsform der Erfindung zeigt, bei welcher die Oberflächen der Kathoden-Leiterstreifen aufgerauht sind;  
 Fig. 4 zeigt eine Ansicht ähnlich Fig. 1 des Aufbaus eines Elektrolyt-Kondensators gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung, bei welcher ein dünnes Aluminiumblech mit aufgerauhter Oberfläche über einer Oberfläche jedes Kathoden-Leiterstreifens liegt;  
 Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht eines Elektrolyt-Kondensators gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die ähnlich der nach Fig. 4 ist, bei welcher jedoch das Kathodenblech, die Kathoden-Leiterstreifen und die Auflage-Aluminiumblätter anders als bei Fig. 4 angeschlossen sind;  
 Fig. 6a und 6b dienen der Erläuterung des grundsätzlichen Betriebsverhaltens eines Elektrolyt-Kondensators generell, wobei Fig. 6a schematisch einen Teil der Grundstruktur eines Elektrolyt-Kondensators zeigt und Fig. 6b ein Schaltbild des in Fig. 6a gezeigten Teils während der Entladung;  
 Fig. 7 zeigt eine Tabelle des Betriebsverhaltens eines Elektrolyt-Kondensators gemäß der Erfindung im Vergleich zu bekannten Elektrolyt-Kondensatoren.  
 In den Zeichnungen sind die gleichen Bezugsziffern zur Bezeichnung der gleichen oder ähnlichen Komponenten oder Funktionen verwendet.

#### Detaillierte Beschreibung der Ausführungsformen

Gemäß der Erfindung kann eine Kathodenanschlußstruktur ein Kathodenblech und bei diesem angeordnete und mit ihm verbundene Kathoden-Leiterstreifen umfassen. Alternativ kann eine Kathodenanschlußstruktur ein Kathodenblech und auf diesem angeordnete Kathoden-Leiterstreifen sowie aus Aluminiumfolie bestehende Aluminiumblätter aufweisen, die jeweils über den Kathoden-Leiterstreifen liegen. Im erstgenannten Fall sind die Kathoden-Leiterstreifen mit dem Kathodenblech durch Nadelung oder Verschweißen verbunden, und mindestens diejenige Oberfläche jedes Leiterstreifens, die mit einer Trennfolie in Kontakt stehen soll, ist vorher aufgerauht worden. Im letztgenannten Fall können die Kathoden-Leiterstreifen und die Auflage-Aluminiumblätter separat mit dem Kathodenblech durch Nadelung oder Schweißen verbunden sein, oder die Kathoden-Leiterstreifen und die Auflage-Aluminiumblätter können mit dem Kathodenblech übereinandergestapelt und dann zusammengeknüpft oder geschweißt sein. Im letzten Fall sind zumindest die Oberflächen der jeweiligen Auflage-Aluminiumblätter, die im Kontakt mit der Trennfolie stehen, vorher aufgerauht worden.

#### Beispiel 1

- Ein Elektrolyt-Kondensatorelement 2, welches gemäß einer Ausführung der Erfindung hergestellt worden ist, ist in Fig. 3 gezeigt. Das Kondensatorelement 2 enthält eine Anode 14 und eine Kathode 24, die mit zwei zwischen benachbarten Oberflächen der Anode 14 und der Kathode 24 gelegte Trennfolien 1 zusammengerollt sind. Der Wickel wurde mit einer organischen sauren Elektrolytlösung imprägniert.  
 Die Anode 14 enthielt ein Anodenblech 11 mit aufgerauhten Oberflächen. Das Anodenblech 11 hatte eine Spannungsfestigkeit von 520 V und wies eine Kapazität von 0,5 ( $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ) pro Flächeneinheit auf. Die Anode enthielt ferner Anoden-Leiterstreifen 12 aus dünnem Aluminiumblech mit einer aufgerauhten Oberfläche. Jeder der Anoden-Leiterstreifen 12 war mit dem Anodenblech 11 durch beispielsweise Nadelung an Stellen 13 verbunden.  
 Die Kathode 24 enthielt ein Kathodenblech 21 mit aufgerauhten Oberflächen. Auf jeder Seite des Kathodenblechs 21 war ein Oxidfilm ausgebildet, der eine Spannungsfestigkeit von 1,0 V und eine Kapazität pro Flächeneinheit von 50  $\mu\text{F}/\text{cm}^2$  hatte. Die Kathode 24 enthielt ferner Kathoden-Leiterstreifen 25 aus dünnem Aluminiumblech auf beiden Seiten des Kathodenbleches. Die Außenfläche jedes Kathoden-Leiterstreifens war aufgerauht. Die aufgerauhten Oberflächen hatten eine Spannungsfestigkeit von 1,0 V und eine Kapazität pro Flächeneinheit von 15  $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ . Jeder der Kathoden-Leiterstreifen 25 war mit dem Kathodenblech 21 durch Nadelung an Stellen 23 verbunden.  
 Das Kondensatorelement 2 war in einem Aluminiumgehäuse wie dem Gehäuse 3 gemäß Fig. 2 eingeschlossen, und man erhielt einen Elektrolyt-Kondensator mit einer Betriebsspannung von 400 V und einer Kapazität von 1500  $\mu\text{F}$  mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Höhe von 100 mm.

#### Beispiele 2 bis 5

- Wie Fig. 4 zeigt, waren Kathoden-Leiterstreifen 30 jeweils in Form eines dünnen Bleches mit glatten Oberflächen auf dem aufgerauhten Kathodenblech 21 angeordnet. Ein Stück Aluminiumfolie (Auflage-Aluminiumblatt) 26 lag auf jedem Kathoden-Leiterstreifen 30. Jedes Auflage-Aluminiumblatt 26 war auf seiner Außenfläche aufgerauht. Das Kathodenblech 21, die Kathoden-Leiterstreifen 30 und die Auflage-Aluminiumblätter 26 waren durch Nadelung an Stellen 27 mit-

einander verbunden, so daß sich eine Kathode 24 ergab.

Wie die Tabelle der Fig. 7 zeigt, sind die Beispiele 2 bis 5 gleich mit Ausnahme der Kapazität pro Flächeneinheit an den Oberflächen der Auflage-Aluminiumblätter 26. Die Strukturen der übrigen Teile waren die gleichen wie beim Kondensatorelement gemäß Fig. 3.

#### Beispiele 6 und 7

Die Spannungsfestigkeit eines Aluminiumblechs und seine Kapazität pro Flächeneinheit lassen sich durch elektrolytische Behandlung verändern. Bei den Beispielen 6 und 7 wurden auf Auflage-Aluminiumblätter 26 verwendet, deren Außenflächen in gleichem Maß aufgeraut waren, wie im Beispiel 4, so daß sie eine Kapazität pro Flächeneinheit von 50  $\mu\text{F}/\text{cm}^2$  aufwiesen. Die aufgerauten Auflage-Aluminiumblätter 26 waren elektrolytisch behandelt worden, um ihre Spannungsfestigkeit und Kapazität pro Flächeneinheit auf die Werte zu bringen, welche die Tabelle in Fig. 7 ausweist. Der übrige Aufbau ist der gleiche wie bei den Beispielen 2 bis 5.

#### Beispiele 8 bis 13

Wie Fig. 5 zeigt, waren die Aluminium-Kathoden-Leiterstreifen 30 auf einem Aluminium-Kathodenblech 21 angeordnet und mit diesem durch Nadelung an Stellen 28 verbunden. Ein dünnes Aluminiumblatt 26 mit einer aufgerauten Außenoberfläche war so angeordnet, daß es über jedem der Kathoden-Leiterstreifen 30 lag, und war mit dem Kathodenblech 21 durch Nadelung an Stellen 29 verbunden, welche andere als die Stellen 28 waren. Dies bildete eine Kathode 24. Der übrige Aufbau war der gleiche wie bei den Beispielen 2 bis 7.

#### Vergleichsbeispiel 1

Ein Elektrolyt-Kondensator nach dem Stande der Technik wurde zum Zwecke des Vergleichens mit nach der Erfindung hergestellten Kondensatoren fabriziert. Der Kondensator des Vergleichsbeispiels 1 war in gleicher Weise wie nach Beispiel 1 hergestellt. Die Oberflächen der Kathoden-Leiterstreifen 22 waren glatt und auf ihnen war durch spontane Oxidation ein Oxidfilm ausgebildet. Der Oxidfilm wies eine Kapazität pro Flächeneinheit von etwa 3  $\mu\text{F}/\text{cm}^2$  über sich auf.

#### Vergleichsbeispiel 2

Ein Elektrolyt-Kondensator des Vergleichsbeispiels 2 hatte fast denselben Aufbau wie der Kondensator nach Beispiel 1 mit Ausnahme weniger stark aufgerauter Kathoden-Leiterstreifen 22.

#### Vergleichsbeispiele 3 und 4

Elektrolyt-Kondensatoren der Vergleichsbeispiele 3 und 4 hatten fast denselben Aufbau wie die Kondensatoren nach den Beispielen 2 bis 5, jedoch waren ihre Aluminiumblätter 26, welche über den Kathoden-Leiterstreifen 30 lagen, weniger stark aufgeraut als die Aluminiumblätter 26 nach den Beispielen 2 bis 5.

#### Test und Ergebnis

Dreißig Elektrolyt-Kondensatoren, die jeweils nach den Beispielen 1 bis 13 und den Vergleichsbeispielen 1 bis 4 hergestellt worden waren, wurden getestet, indem sie bis zu zehn Millionen (10.000.000 Lade- und Entladezyklen ausgesetzt wurden. In jedem Zyklus wurden die Kondensatoren durch Zuführung einer Gleichspannung von 400 V über einen Ladewiderstand von 20  $\Omega$  eine Sekunde lang aufgeladen und dann über einen Entladewiderstand von 2 k $\Omega$  eine Sekunde lang entladen. Der Test diente der Bestimmung der Anzahl fehlerhafter Kondensatoren, bei welcher explosionsverhindernde Ventile im Test angesprochen hatten. Das Testergebnis zeigt die Tabelle nach Fig. 7.

Wie man aus der Tabelle der Fig. 7 sieht, haben alle erfindungsgemäßen Elektrolyt-Kondensatoren den Test durchlaufen. Im Gegensatz dazu hat keiner der nach dem Stande der Technik hergestellten Elektrolyt-Kondensatoren des Vergleichsbeispiels 1 den Test erfolgreich überstanden. Weiterhin hat ein Teil der Elektrolyt-Kondensatoren nach dem Vergleichsbeispiel 2, die unzureichend aufgeraute Elektroden-Leiterstreifen hatten, und ein Teil der Elektrolyt-Kondensatoren nach den Vergleichsbeispielen 3 und 4, welche unzureichend aufgeraute Auflager-Aluminiumblätter hatten, den Test nicht bestanden. Man sieht auch, daß die Oberflächen der Kathoden-Leiterstreifen oder die Oberflächen der Aluminiumblätter, welche über den Kathoden-Leiterstreifen liegen, vorzugsweise in einem solchen Aufmaß aufgeraut werden sollten, daß die Kapazität pro Flächeneinheit, welche die Oberflächenoxidfilme auf den Streifen oder die Auflage-Aluminiumblätter zeigen, mehr als 0,3 mal so groß wie die Kapazität pro Flächeneinheit ist, welche das Kathodenblech aufweist.

Wie oben beschrieben, enthalten die Elektrolyt-Kondensatoren gemäß der Erfindung Kathoden-Leiterstreifen, deren die Trennfolie berührende Oberflächen aufgeraut sind, oder Kathoden-Leiterstreifen, deren Oberflächen mit einer Aluminiumfolie bedeckt sind, welche mindestens an ihrer die Trennfolie berührenden Oberfläche aufgeraut sind. Bei dieser Anordnung tritt keine von Gaserzeugung begleitete elektrolytische Reaktion in den Elektrolyt-Kondensatoren auf, welche zum Ansprechen des Explosionsschutzventils führen würde, selbst wenn starkwelliger Strom fließt oder die Differenz zwischen Lade- und Entladespannungen groß ist.

Bei den vorbeschriebenen Ausführungsformen wird zwar die Schicht aus Kathode, Anode, Trennfolie sowie Anoden- und Kathoden-Leiterstreifen in Zylinderform aufgerollt, jedoch kann sie auch ohne gerollt zu werden, verwendet werden.

## 1. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator mit

- einer Anode mit einem Anodenblech aus Aluminium, das eine aufgerauhte Oberfläche mit einem durch anodische Oxidation auf ihr gebildeten Oxidfilm aufweist und mit einem auf der aufgerauhten Oberfläche des Anodenbleches angeordneten Anodenanschlußabschnitt, und
- einer Kathode mit einem Kathodenblech aus Aluminium mit einer aufgerauhten Oberfläche, auf der spontan oder elektrochemisch ein Oxidfilm gebildet ist, und einem auf der aufgerauhten Oberfläche des Kathodenbleches angeordneten Kathodenanschlußabschnitt,
- wobei die Anode und die Kathode mit einem zwischen ihnen angeordneten Trennelement aufeinandergeschichtet sind und die Schichtung mit einer elektrolytischen Lösung imprägniert ist,

**dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens die das Trennelement berührende Oberfläche des Kathodenanschlußabschnittes aufgerauht ist.

## 2. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1, bei welchem die Schichtung mit einem auf einer ihrer Oberflächen angeordneten zusätzlichen Trennelement aufgerollt ist.

## 3. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem ein aus Aluminiumblech oder -folie gebildeten Kathoden-Leiterstreifen auf dem Kathodenblech liegend angeordnet und elektrisch und mechanisch mit ihm verbunden ist und bei welchem der Kathoden-Anschlußabschnitt mindestens den Teil des Kathoden-Leiterstreifens umfaßt, der über dem Kathodenblech liegt.

## 4. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem eine Schicht aus einem aus Aluminiumblech geformten Kathoden-Leiterstreifen und einem über diesem Streifen liegenden Aluminiumblatt elektrisch und mechanisch mit dem Kathodenblech verbunden ist und bei welchem der Kathodenanschlußabschnitt einen Teil des über dem Kathodenblech liegenden Kathoden-Leiterstreifens und das darüberliegende Aluminiumblatt umfaßt.

## 5. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher sich auf der aufgerauhten Oberfläche des Kathodenanschlußabschnittes ein elektrochemisch gebildeter relativ dünner Oxidfilm befindet.

## 6. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem der Kathodenanschlußabschnitt einen spontan oder elektrochemisch ausgebildeten Oxidfilm aufweist und die zu diesem Oxidfilm gehörige elektrostatische Kapazität pro Flächeneinheit mehr als 0,3 mal so groß wie elektrostatische Kapazität pro Flächeneinheit eines spontan auf der Oberfläche des Kathodenbleches gebildeten Oxidfilms ist.

## 7. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem der Kathodenanschlußabschnitt einen aus einem Aluminiumblech gebildeten und mit dem Kathodenblech durch Nadelung oder Schweißung verbundenen Kathoden-Leiterstreifen und ein über dem dem Kathoden-Leiterstreifen liegendes Aluminiumblatt, das mit dem Kathodenblech durch Nadelung oder Schweißung verbunden ist, aufweist.

## 8. Aluminium-Elektrolyt-Kondensator nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem der Kathodenanschlußabschnitt einen aus Aluminiumblech gebildeten Kathoden-Leiterstreifen und ein über diesem liegendes Aluminiumblatt aufweist und der Kathoden-Leiterstreifen und das darüberliegende Aluminiumblatt miteinander und mit der Kathode durch Nadelung oder Schweißung verbunden sind.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

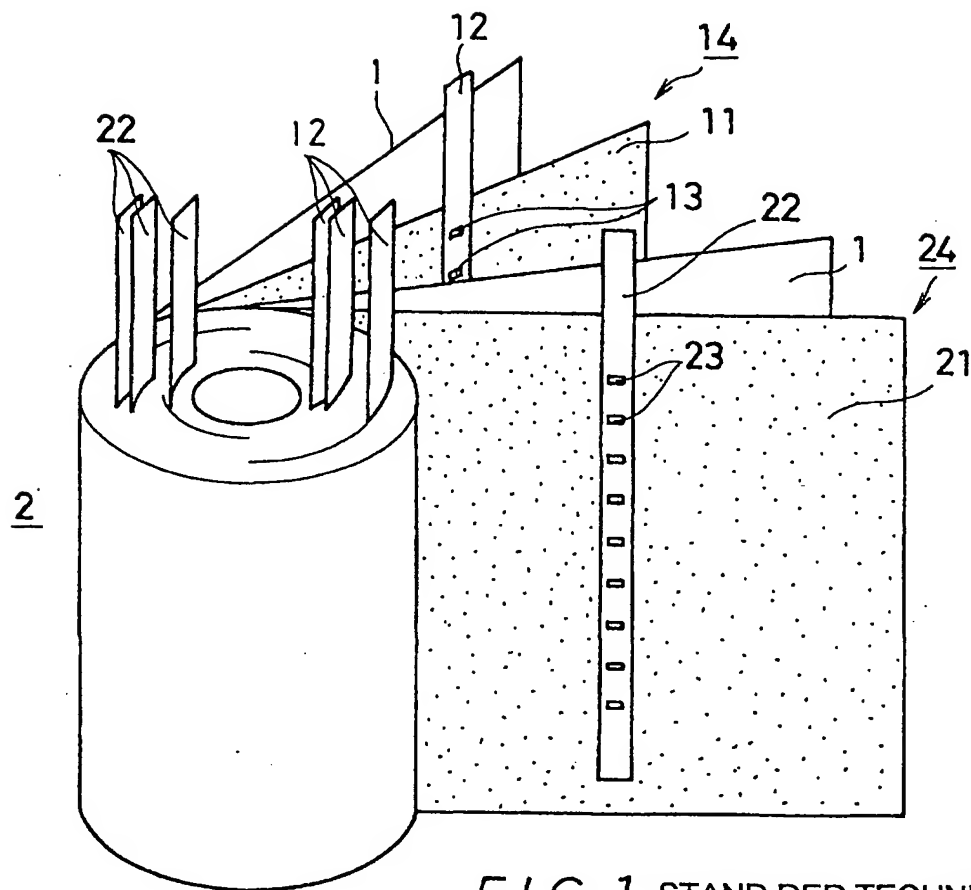


FIG.1 STAND DER TECHNIK

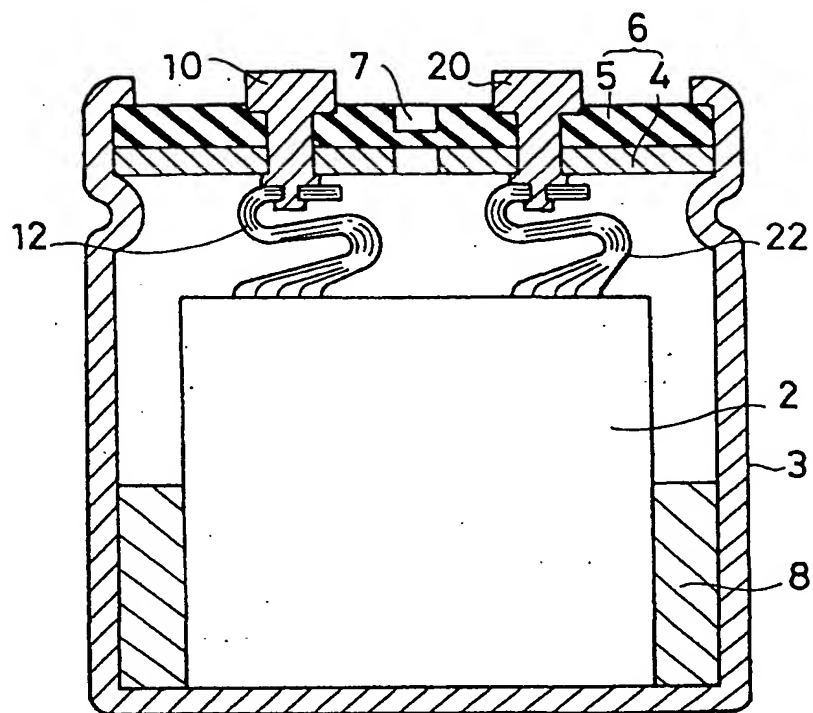


FIG. 2 STAND DER TECHNIK

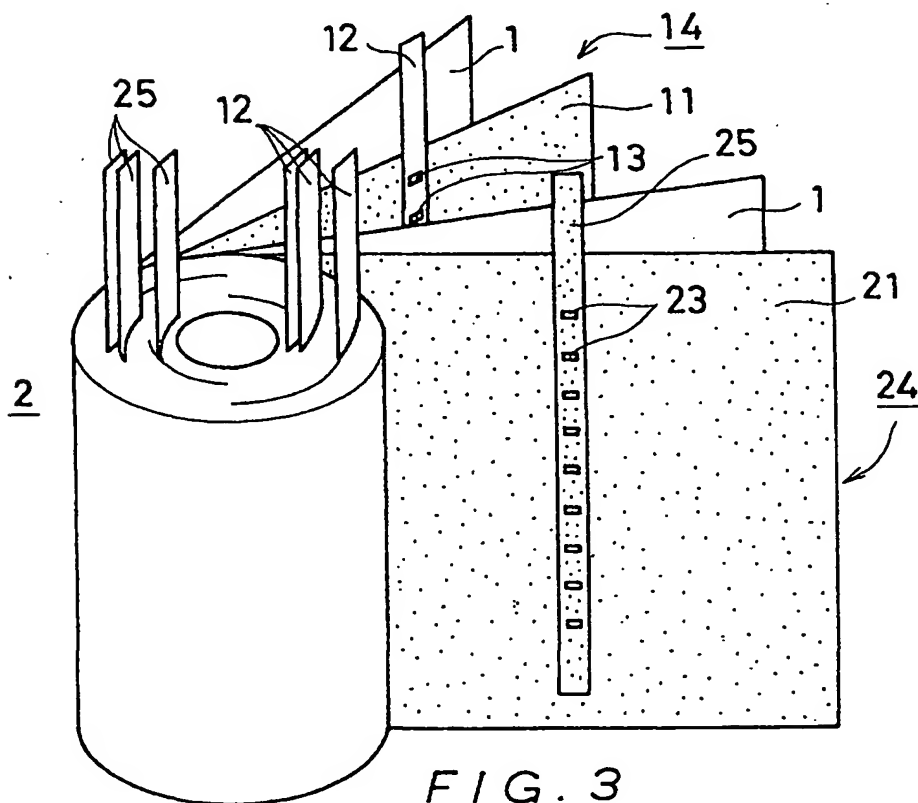
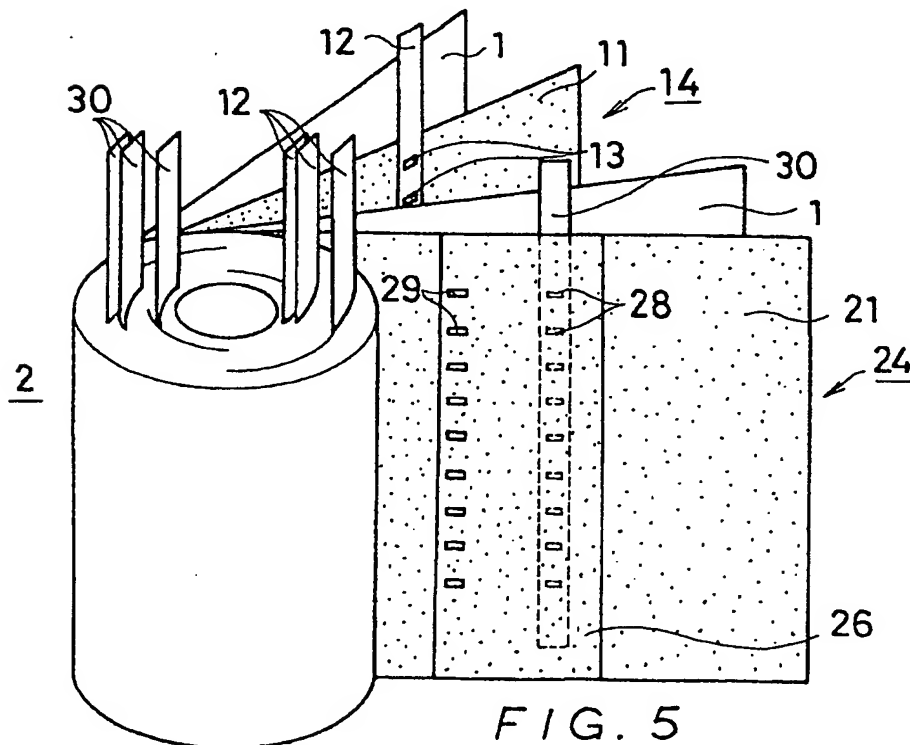
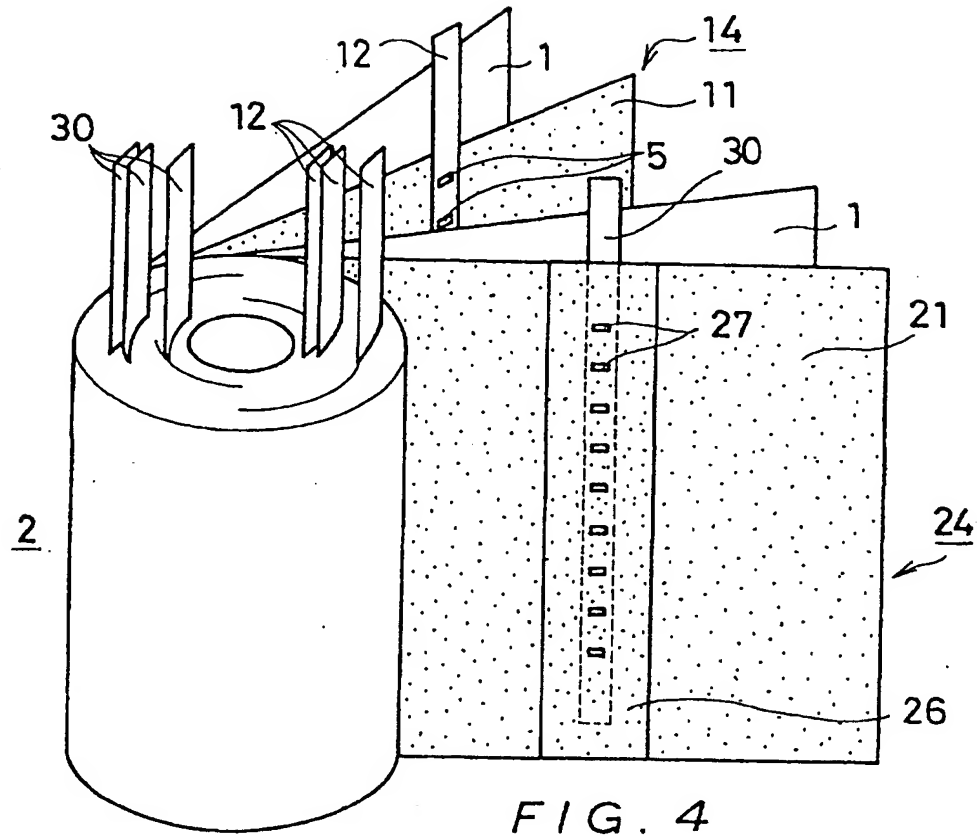


FIG. 3



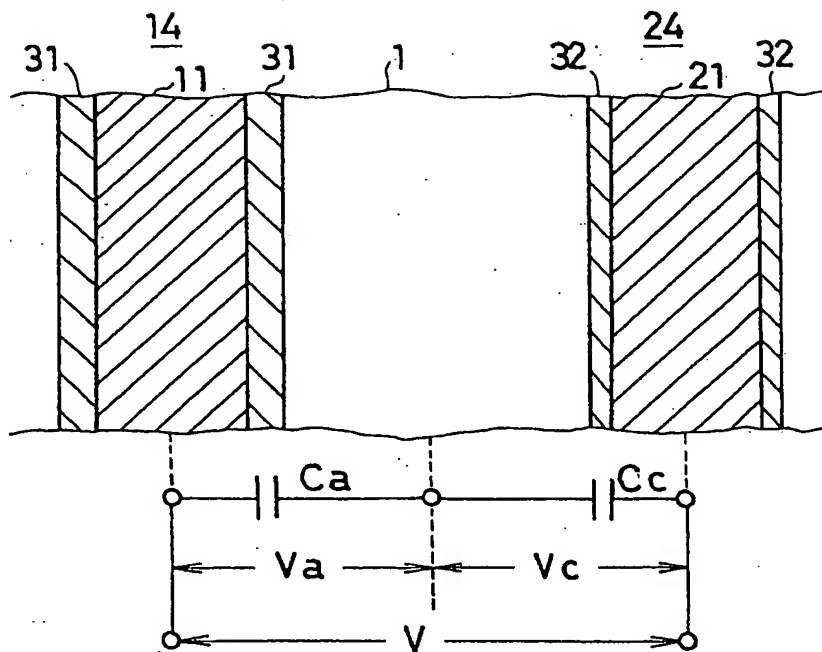


FIG. 6(a)

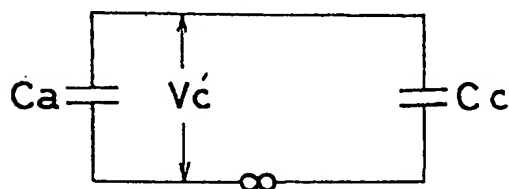


FIG. 6(b)

Fig. 7

	KATHODENANSCHLUßBEREICH				$\alpha / \beta$	DEN ANSCHLUß- BEREICH ZEIGENDE FIGUR	ANZAHL V. ANGESPRO- CHENEN ÜBERDRUCK- VENTILEN
	ANSCHLUßBEREICH:	SPANNUNGS- FESTIGKEIT (V)	KAPAZITÄT $\alpha$ ( $\mu F/cm^2$ )	KATHODEN- BLATT- KAPAZITÄT $\beta$ ( $\mu F/cm^2$ )			
BEISPIEL 1	AUFGERAUHTER LEITERSTREIFEN	1.0	25	50	0.5	FIG. 3	0/30
BEISPIEL 2	LEITERSTREIFEN MIT DARÜBERLIEGENDEM AUFGERAUHT. AL-BLATT	1.0	15	50	0.3	FIG. 4	0/30
BEISPIEL 3	dito	1.0	25	50	0.5	FIG. 4	0/30
BEISPIEL 4	dito	1.0	50	50	1.0	FIG. 4	0/30
BEISPIEL 5	dito	1.0	250	50	5.0	FIG. 4	0/30
BEISPIEL 6	dito	1.5	33	50	0.66	FIG. 4	0/30
BEISPIEL 7	dito	2.0	25	50	0.5	FIG. 4	0/30
BEISPIEL 8	dito	1.0	15	50	0.3	FIG. 5	0/30
BEISPIEL 9	dito	1.0	25	50	0.5	FIG. 5	0/30
BEISPIEL 10	dito	1.0	50	50	1.0	FIG. 5	0/30
BEISPIEL 11	dito	1.0	250	50	5.0	FIG. 5	0/30
BEISPIEL 12	dito	1.5	50	50	1.0	FIG. 5	0/30
BEISPIEL 13	dito	2.0	25	50	0.5	FIG. 5	0/30
VERGLEICHS- BEISPIEL 1	GLATTER LEITERSTREIFEN	1.0	3	50	0.06	FIG. 1	30/30
VERGLEICHS- BEISPIEL 2	AUFGERAUHTER LEITERSTREIFEN	1.0	10	50	0.2	FIG. 3	11/30
VERGLEICHS- BEISPIEL 3	LEITERSTREIFEN MIT DARÜBERLIEGENDEM AUFGERAUHT. AL-BLATT.	1.0	5	50	0.1	FIG. 4	15/30
VERGLEICHS- BEISPIEL 4	LEITERSTREIFEN MIT DARÜBERLIEGENDEM AUFGERAUHT. AL-BLATT.	1.0	10	50	0	FIG. 4	9/30

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**